



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer: **0 341 482 A1**

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 89107408.0

Int. Cl.<sup>4</sup> G01K 7/00 , H02H 5/04

Anmeldetag: 24.04.89

88P 1065

Priorität: 11.05.88 DE 3816259

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
15.11.89 Patentblatt 89/46

Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB IT

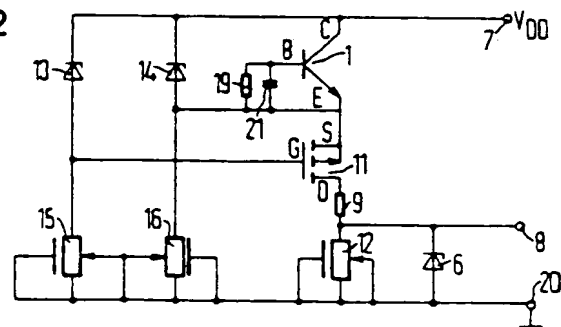
Anmelder: Siemens Aktiengesellschaft  
Wittelsbacherplatz 2  
D-8000 München 2(DE)

Erfinder: Leipold, Ludwig, Dipl.-Ing.  
Strassberger Strasse 125  
D-8000 München 40(DE)  
Erfinder: Sander, Rainald, Dipl.-Phys.  
Karl-Theodor-Strasse 25  
D-8000 München 40(DE)  
Erfinder: Tihanyi, Jenő, Dr.  
Windeckstrasse 1d  
D-8000 München 70(DE)  
Erfinder: Weber, Roland, Dipl.-Ing.  
Ursulastr. 5  
D-8000 München 40(DE)

Schaltungsanordnung zum Erfassen der Übertemperatur eines Halbleiterbauelements.

Einem mit einem zu überwachenden Halbleiterbauelement in thermischem Kontakt stehender Bipolartransistor (1) ist ein MOSFET (11) und eine Stromquelle (12) in Reihe geschaltet. Der MOSFET (11) wird durch zwei Zenerdioden (13, 14) gesperrt gehalten, so lange sich der Bipolartransistor (1) auf Normaltemperatur befindet. Damit läßt sich der Ruhestrom beträchtlich reduzieren. Mit ansteigender Temperatur erhöht sich der Strom durch den Bipolartransistor (1) und die Gate-Source-Spannung des MOSFET (11) wird erhöht, bis dieser einschaltet. Wird der durch den MOSFET (11) fließende Strom höher als der eingepreßte Strom der Stromquelle (12), springt die Spannung über der Stromquelle auf einen Wert nahe der Versorgungsspannung ( $V_{DD}$ ). Dieser Spannungssprung kann als Übertemperatursignal detektiert werden.

FIG2



# Schaltungsanordnung zum Erfassen der Übertemperatur eines Halbleiterbauelements

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Erfassen des Überschreitens einer vorgegebenen Temperatur eines Halbleiterbauelements, mit einem mit dem Halbleiterbauelement thermisch verbundenen Bipolartransistor und mit einer dem Bipolartransistor in Reihe geschalteten Stromquelle.

Eine solche Schaltungsanordnung ist bereits beschrieben worden. Sie wird anhand der FIG 1 erläutert.

Die genannte Schaltung weist einen Bipolartransistor 1 auf, dem eine Stromquelle 2 in Reihe geschaltet ist. Der Bipolartransistor ist mit dem auf Übertemperatur zu überwachenden Halbleiterbauelement, z. B. einem Leistungs-MOSFET oder einem Leistungs-IC thermisch verbunden. Als Stromquelle ist hier ein n-Kanal Depletion-Transistor verwendet. Zur Begrenzung der Kollektor-Emitterspannung des Bipolartransistors ist dieser eine Zenerdiode 3 parallel geschaltet. Der Reihenschaltung aus Bipolartransistor 1 und Stromquelle 2 ist die Reihenschaltung aus einem MOSFET 4, einem Widerstand 9 und einer weiteren Stromquelle 5 parallel geschaltet. Dabei ist der Kollektoranschluß C des Bipolartransistors 1 mit dem Sourceanschluß S des MOSFET 4 verbunden. Der Gateanschluß G des MOSFET 4 ist mit dem Emitteranschluß E des Bipolartransistors verbunden. Der Stromquelle 5, die ebenfalls als n-Kanal Depletion-Transistor ausgebildet sein kann, kann eine Zenerdiode 6 parallel geschaltet sein. Der Widerstand 9 ist im allgemeinen der Durchlaßwiderstand des MOSFET 4.

Wird die Betriebsspannung  $V_{DD}$  zwischen der Klemme 7 und Masse angelegt, so fließt im kalten Zustand des zu überwachenden Halbleiterbauelements und damit im kalten Zustand des mit diesem thermisch verbundenen Bipolartransistors 1 ein geringer Strom. Dabei ist der Bipolartransistor 1 und die Stromquelle 2 so dimensioniert, daß der unterhalb der kritischen Temperatur durch den Bipolartransistor fließende Strom kleiner ist als der eingepreßte Strom der Stromquelle 2. Der Gateanschluß G des p-Kanal-MOSFET 4 ist damit negativ gegenüber der Betriebsspannung  $V_{DD}$  vorgespannt, er ist daher leitend. Die Gate-Sourcespannung des MOSFET 4 wird durch die Zenerdiode 3 begrenzt. Der leitende MOSFET zieht einen Strom, dessen Höhe durch den eingepreßten Strom der Stromquelle 5 und den Widerstand 9 bestimmt ist.

Steigt die Temperatur des zu überwachenden Halbleiterbauelements und damit des Bipolartransistors 1 an, so erhöht sich der Strom durch den Bipolartransistor. Wird beim Erreichen der kritischen Temperatur der Strom durch den Bipolartransistor größer als der Strom durch die Strom-

quelle 2, so erhöht sich deren Widerstand sprunghaft und das Potential am Emitter des Bipolartransistors und damit am Gateanschluß des MOSFET 4 erhöht sich auf einen Wert, der nahe an der Betriebsspannung liegt. Damit wird der MOSFET 4 ausgeschaltet und die Spannung an der Ausgangsklemme 8 geht auf einen Wert nahe Massepotential. Dieses Signal kann als Übertemperatursignal detektiert werden.

Der Ruhestrom dieser Schaltungsanordnung setzt sich zusammen aus dem durch den Bipolartransistor 1 und dem durch den MOSFET 4 fließenden Strom. Er kann z.B. einige  $10\mu A$  betragen. Für viele Anwendungszwecke, z. B. für Kraftfahrzeuge, ist ein solch hoher Ruhestrom jedoch unerwünscht.

Das Ziel der Erfindung ist es, eine Schaltungsanordnung der beschriebenen Gattung so weiterzubilden, daß der Ruhestrom drastisch abgesenkt werden kann.

Dieses Ziel wird erreicht durch die Merkmale:

a) Zwischen dem Bipolartransistor und der Stromquelle ist die Source-Drainstrecke eines MOSFET angeschlossen.

b) der Sourceanschluß des MOSFET ist mit dem Emitteranschluß des Bipolartransistors verbunden,

c) der Gateanschluß des MOSFET wird über eine erste Zenerdiode auf einem ersten festen Potential gehalten,

d) der Sourceanschluß des MOSFET wird über eine zweite Zenerdiode auf einem zweiten festen Potential gehalten,

e) die genannten Potentiale sind derart aufeinander abgestimmt, daß ihre Differenz bei Normaltemperatur des Halbleiterbauelements kleiner als die Einsatzspannung des MOSFET ist.

Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche. Die Erfindung wird anhand zweier Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den FIG 2 und 3 näher erläutert. Dabei sind gleiche oder funktionsgleiche Teile wie in FIG 1 mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Dem npn-Bipolartransistor 1 ist ein p-Kanal-MOSFET 11, ein Widerstand 9 und eine Stromquelle 12 in Reihe geschaltet. Der Widerstand 9 ist im allgemeinen der Durchlaßwiderstand des MOSFET 11. Dabei ist der Sourceanschluß S des MOSFET 11 mit dem Emitteranschluß E des Bipolartransistors 1 verbunden. Der Kollektoranschluß C liegt über die Klemme 7 an der Betriebsspannung  $V_{DD}$ . Der Gateanschluß G des MOSFET 11 wird über eine erste Zenerdiode 13 auf einem ersten, festen Potential gehalten. Sein Sourceanschluß und der Emitteranschluß des Bipolartransistors 1 wird

Über eine zweite Zenerdiode 14 auf einem zweiten, festen Potential gehalten. Den Zenerdioden 13, 14 ist anodenseitig je eine Stromquelle 15, 16 in Reihe geschaltet. Beide Reihenschaltungen liegen an der Betriebsspannung  $V_{DD}$ . Die Zenerspannungen sind einander gleich.

Bei Normaltemperatur fließt ein geringer Strom durch den Bipolartransistor 1. Dessen Emitterpotential bzw. das Sourcepotential des MOSFET 11 wird durch die Zenerspannung der Zenerdiode 14 bestimmt. Das Gatepotential des MOSFET 11 wird durch die Zenerspannung der Zenerdiode 13 bestimmt. Sind beide Zenerspannungen gleich, ist die Gate-Sourcespannung des MOSFET 11 gleich Null und dieser ist gesperrt. Das Potential am Ausgang 8 liegt dabei in der Nähe des Massepotentials.

Wird der Bipolartransistor 1 erwärmt, so steigt sein Strom und sein Emitterpotential bzw. das Sourcepotential des MOSFET steigt in Richtung auf die Versorgungsspannung  $V_{DD}$  an, während das Gatepotential durch die Zenerdiode 13 konstant gehalten wird. Erreicht die Gate-Sourcespannung  $U_{GS}$  die Einsatzspannung, so wird der MOSFET 11 leitend. Damit kann ein Strom von der Klemme 7 nach Masse fließen, dessen Höhe von der Aussteuerung des Bipolartransistors und vom Widerstand 9 bestimmt ist. Wird dieser Strom gleich dem eingepprägten Strom der Stromquelle 12, so erhöht sich die Spannung an der Stromquelle 12 und damit an den Ausgangsklemmen 8 und 20 sprungartig. Dieses Signal kann als Übertemperatursignal detektiert werden.

Die Stromquellen 15 und 16 können derart dimensioniert werden, daß der Ruhestrom durch den Bipolartransistor 1 und die Sperrströme durch die Zenerdioden 13 und 14 unterhalb von  $1\mu A$  liegt.

Zwischen dem Basisanschluß B und seinem Emitteranschluß E des Bipolartransistors 1 kann ein Widerstand 19 angeschlossen werden. Durch entsprechende Bemessung dieses Widerstandes kann die Schalttemperatur der Anordnung definiert eingestellt werden. Zusätzlich kann dem Widerstand 19 ein Kondensator 21 parallel geschaltet werden, der von der Versorgungsspannungsquelle stammende Störspannungen weitgehend unschädlich macht.

In FIG 2 ist der Zenerstrom durch die Stromquellen 15 und 16 begrenzt. Anstelle der Stromquellen 15, 16 kann den Zenerdioden 13 und 14 anodenseitig auch je ein Widerstand 17, 18 in Reihe geschaltet werden (FIG 3). Diese sind dann ebenfalls so dimensioniert, daß der Zenerstrom, der neben dem durch den kalten Bipolartransistor 1 fließenden Strom den Ruhestrom der Anordnung darstellt, sehr klein gehalten werden kann.

In den Ausführungsbeispielen liegen die Zenerdioden an  $V_{DD}$ . Sie können auch an einem von  $V_{DD}$

verschiedenen Potential oder jeweils an einem anderen, von  $V_{DD}$  verschiedenen Potential liegen. Ihre Zenerspannungen sind dann so auszuwählen, daß  $U_{GS}$  im kalten Zustand kleiner als die Einsatzspannung ist. Für eine negative Versorgungsspannung sind die Transistoren durch solche des inversen Leitungstyps zu ersetzen.

## 10 Ansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Erfassen des Überschreitens einer vorgegebenen Temperatur eines Halbleiterbauelements, mit einem mit dem Halbleiterbauelement thermisch verbundenen Bipolartransistor, und mit einer den Bipolartransistor in Reihe geschalteten Stromquelle, **gekennzeichnet durch die Merkmale:**

a) zwischen dem Bipolartransistor (1) und der Stromquelle (12) ist die Source-Drainstrecke eines MOSFET (11) angeschlossen,

b) der Sourceanschluß (5) des MOSFET mit dem Emitteranschluß (E) des Bipolartransistors verbunden,

c) der Gateanschluß (G) des MOSFET wird über eine erste Zenerdiode (13) auf einem ersten festen Potential gehalten,

d) der Sourceanschluß des MOSFET wird über eine zweite Zenerdiode (14) auf einem zweiten festen Potential gehalten,

e) die genannten Potentiale sind derart aufeinander abgestimmt, daß ihre Differenz bei Normaltemperatur des Halbleiterbauelements kleiner als die Einsatzspannung des MOSFET ist.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß den Zenerdioden (13, 14) anodenseitig je ein Widerstand (17, 18) in Reihe geschaltet ist und daß die Reihenschaltungen an einer festen Spannung liegen.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß den Zenerdioden (17, 18) anodenseitig je eine weitere Stromquelle (15, 16) in Reihe geschaltet ist und daß die Reihenschaltungen an einer festen Spannung liegen.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zenerdioden (17, 18) katodenseitig mit dem Kollektoranschluß (C) des Bipolartransistors (1) verbunden sind und daß ihre Zenerspannungen einander gleich sind.

5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

**dadurch gekennzeichnet**, daß der Basis-Emitterstrecke des Bipolartransistors (1) ein Widerstand (19) parallel geschaltet ist.

6. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

**dadurch gekennzeichnet**, daß der Basis-Emitter-

strecke des Bipolartransistors ein Kondensator (20)  
parallel geschaltet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

4

FIG 1

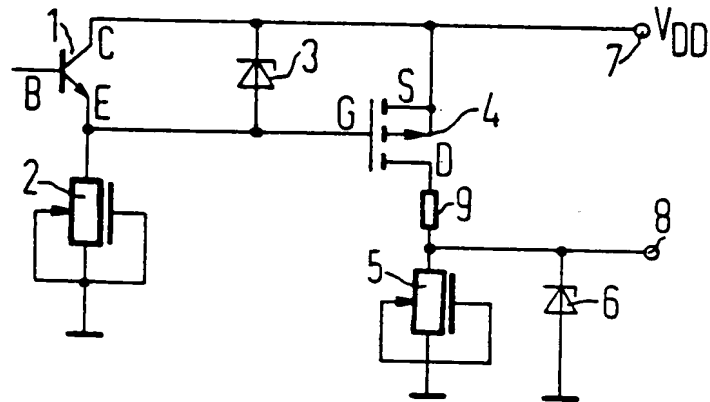


FIG 2

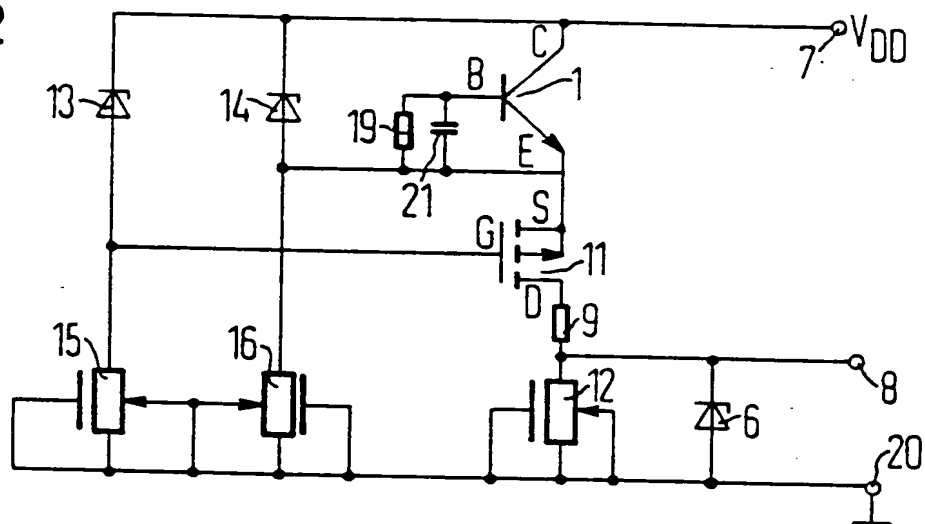
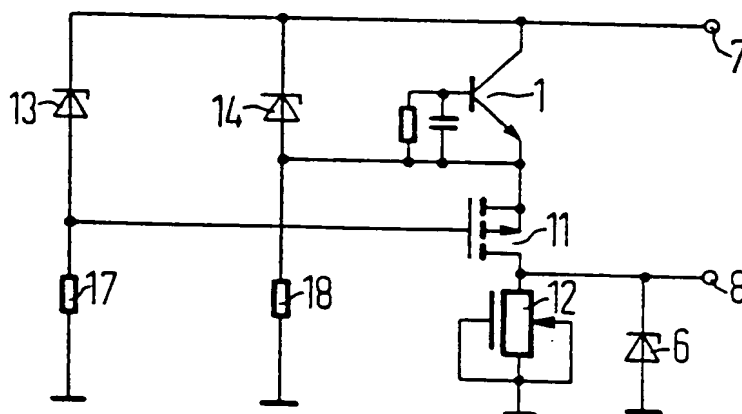


FIG 3





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 89 10 7408

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A	EP-A-0240807 (SIEMENS) * Spalte 2, Zeilen 15 - 51 * ---	1	G01K7/00 H02H5/04
A	US-A-4667265 (NATINAL SEMICONDUCTOR) * Spalte 2, Zeilen 66 - 68 * * Spalte 3, Zeilen 5 - 65 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			G01K H02H H01L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	12 JULI 1989	LIBBERECHT L.A.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	